SUGLI

# SCISTI ARGILLOSI

DELLA

## NUOVA GALLERIA DEI GIOVI

LETTERA

dell' Ing. E. MATTIROLO

all' Ispettore Capo delle Miniere

ROMA
TIPOGRAFIA NAZIONALE
DI REGGIANI & SOCI
—
1887

Estratto dal *Bollettino del R. Comitato Geologico*, anno 1887, n. 3 e 4.

In occasione della vertenza insorta fra il Ministero dei lavori pubblici e l'impresa Ottavi assuntrice della galleria di Ronco, sulla linea succursale dei Giovi, presso Genova, circa alla difficoltà di costruzione cui detta impresa attribuisce alla cattiva qualità degli scisti argillosi costituenti il terreno, il suddetto Ministero incaricava una commissione di ingegneri di riferire in proposito. Questa commissione, di cui facea parte l'Ispettore capo delle miniere ing. Giordano, visitò il 23 febbraio 1887 la galleria insieme agli arbitri, accompagnata dall'ingegnere capo delle miniere del Distretto di Genova L. Mazzuoli.

In tale visita vennero raccolti diversi campioni della roccia nella parte Sud della galleria ove è la tratta guasta che presenta maggiori difficoltà, per sottoporli ad analisi ed esperimenti: e vennero perciò spediti all'ingegnere delle miniere E. Mattirolo che lavora nel laboratorio della Scuola di Applicazione degli ingegneri in Torino. Quegli esperimenti, per essere efficaci avrebbero dovuto prolungarsi per qualche tempo, quanto per esempio ne impiega la roccia a decomporsi e divenire pericolosa nella galleria stessa: ma urgendo allora di avere intanto qualche nozione sulla natura e sui difetti di tale roccia, l'ingegnere Mattirolo dovette eseguirne rapidamente un primo esame fisico-chimico riservandosi a compiere poi gli esperimenti di maggiore durata che devono risolvere la questione sulle cause e sul modo della suddetta decomposizione. Intanto il suddetto ingegnere comunicava all'Ispettore delle miniere i primi risultati ottenuti con sua lettera 6 aprile che credesi interessante di qui riferire.

Torino, 6 aprile 1887.

*Ill.mo Signor Ispettore,*

In adempimento dell'incarico da V. S. affidatomi di esaminare sommariamente alcuni campioni delle roccie della nuova galleria dei Giovi, rispetto alle quali sarebbero insorti ostacoli pel traforo in corso, e di riferirle senza indugio il risultato dell'esame sotto l'aspetto fisico, chimico e petrografico, mi pregio comunicarle intanto i risultati di alcune prime osservazioni, pregandola di tenere in conto la brevità del tempo concessomi ed i mezzi di cui in tale urgenza potevo disporre.

I campioni inviatimi dal signor ingegnere Mazzuoli, che rappresentano modalità poco diverse d'una stessa roccia, sono in numero di quattro e portano le seguenti indicazioni:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| N. 1. | preso all'anello | 164; | cioè a metri | 1500 | dalla bocca Sud. |
| N. 2. | » | » 172 | » | 1550 | » |
| N. 3. | » | » 181 | » | 1600 | » |
| N. 4. | a 27$^{m}$ dal pozzo | N. 2 | » | 2240 | » |

La roccia che li costituisce puossi definire un argilloscisto carbonioso e calcarifero ed è quella che viene comunemente indicata col nome di galestro, sviluppatissima nell'Appennino ligure.

Essa appartiene all'eocene superiore o Liguriano del Pareto, ed associata a calcare alberese si presenta nella predetta regione con grande potenza, o per meglio dire con grande spessore, giacchè ritengo probabile che l'apparente potenza sia dovuta al ripiegarsi del giacimento una o più volte sopra sè stesso.

Costituita da finissime particelle, appare omogenea. Il suo colore è grigio ardesiaco più o meno carico e tenendo conto delle minime differenze nella gradazione della tinta, partendo dalla più intensa, i quattro campioni si possono ordinare nel modo seguente:

N. 3, N. 1, N. 4, N. 2.

È scistosa; si sfalda secondo la scistosità, si divide in frammenti grossolanamente romboidali o pseudopoliedrici, seguendo altresì direzioni secondarie di clivaggio, e rompesi pure con superficie di frattura imperfettamente concoidali.

Specialmente nei campioni N. 1 e N. 3, si notano superficie di scistosità ondulate, increspate e talora un po' contorte che fanno testimonianza dei movimenti causati dalle pressioni che la roccia ebbe a subire.

In campioni che vidi altra volta provenienti dalla stessa galleria di Ronco, rilevai veri contorcimenti posti viemmeglio in evidenza dalla presenza di straterelli di calcare bianco cristallino e quarzo, più o meno regolari e continui, intercalati secondo la scistosità. Ne' campioni N. 2 e N. 4 questa è più piana, talchè se fosse punto tormentata, e se meno numerose fossero le sfaldature secondarie, così che la roccia si potesse dividere in lastre, non verrebbe fatto di distinguerla all'aspetto dalle ardesie comuni della Liguria.

Anche esaminata con forte lente, la massa appare omogenea. Notansi però nella roccia alcune rare concentrazioni ed esili vene bianche dovute a calcite che, interponendovisi, segue linee di frattura o litoclasi prevalenti nel campione N. 1, e concentrazioni o noccioli lentiformi più o meno sviluppati di bisolfuro di ferro che trovai nei campioni N. 2 e N. 3.

La roccia è settile, si riga coll'unghia, epperò strisciata sul vetro mentre la si schiaccia contro, lo intacca a causa di minerali e specialmente del quarzo che contiene in particelle tenui tanto, da non scricchiolare quando si porfirizzi la roccia in un mortaio d'agata.

Alitandovi sopra si svolge più o meno, ma sempre poco intensamente, quel particolare odore terroso che è proprio delle argille. Applicata alla lingua non vi aderisce sensibilmente, ossia, come dicesi, non è allappante, come lo sono le argille propriamente dette, per la proprietà loro di assorbire avidamente l'acqua.

Per poco che si agitino frammenti della roccia nell'acqua, questa diviene opalina e si intorbida per particelle d'una tale sottigliezza che anche abbandonando il liquido al riposo vi restano sospese per molti giorni, e nemmeno con ripetute filtrazioni è possibile ottenere il liquido limpido, giacchè le dette particelle attraversano i pori del filtro. Avendo poi fatto evaporare l'acqua ottenni la parte sospesa, sotto forma di pulviscolo grigio, dolce al tatto, essenzialmente costituito da sostanza carboniosa ed argillosa e da esilissime squamette, che divenne biancastro per calcinazione.

Ho posto 50 grammi di roccia in pezzetti in poc'acqua e, rimestando di frequente, lasciai che questa evaporasse alla temperatura ordinaria. La roccia si spappolò un pochino, i pezzetti si ricoprirono d'uno straterello polveroso grigio, e quando furono essiccati, trovai che il loro peso non era punto variato. Ciò dimostra come la roccia che contiene poc'acqua, trovandovisi immersa od in un'atmosfera pregna di umidità, se pure può assorbire nuova acqua, esposta all'aria non ha poi la proprietà di trattenerla. Egli è però a credere che la piccola parte la quale,

*

mercè l'agitazione dell'acqua, vincendo la coesione si staccò dai pezzetti, aumentò di volume; e probabilmente anche la parte della roccia che non si spappolò subì un leggiero aumento di volume nell'assorbire acqua, che poi riemise per l'essicazione.

Immersi, e solo per la parte inferiore, alcuni pezzi dei campioni nell'acqua, in modo che la scistosità fosse presso a poco verticale; l'acqua per adesione salì sulla parte dello scisto non immerso, però assai irregolarmente giungendo ad altezze diverse dal pelo del liquido in ciascun pezzo; e non è possibile, senza pazienti e lunghe osservazioni stabilire se ed in quale misura, l'acqua per capillarità venga pure assorbita nell'interno dello scisto.

Onde avere un idea del grado di porosità e della permeabilità, ripetei alla meglio una esperienza del Pettenkofer formando diaframma in un vaso con una lastra di roccia dello spessore di circa tre millimetri, tagliata secondo la scistosità. Non avendo ottenuto risultati positivi per la permeabilità all'aria, versai sulla lastra alcuni centimetri d'acqua la quale dopo 24 giorni non accennava ad attraversarla. Esercitai allora sotto alla lastra una debole rarefazione quale si può ottenere aspirando colla bocca, e circa 12 ore dopo, la superficie inferiore della lastra apparve leggermente umida. Un'altra lastra dello stesso spessore tagliata normalmente alla scistosità sostiene da 26 giorni una colonna di otto centimetri d'acqua, la quale ancora non accenna a passarle attraverso, se pure la rapidità dell'evaporazione sulla faccia inferiore della lastra, non impedisca di avvertire codesto fenomeno.

Tentai constatare direttamente se la roccia per assorbimento di umidità si rigonfiasse, ed a tale scopo esposi al vapore per oltre 24 ore un pezzo di circa $0^m,04$ di spessore misurato nel senso normale alla scistosità, mettendolo al disopra di un vaso in cui mantenevo acqua in ebollizione, avendo adattato a quel frammento un apparecchio moltiplicatore pei movimenti che potevano avverarsi normalmente alla scistosità. Se pure l'imperfezione dell'apparecchio non mi trasse in errore, credo di aver constatato un piccolissimo movimento, ma per detta imperfezione, non posso accordare un valore preciso alle cifre che lo rappresentano.

Per ogni campione ho eseguito almeno sei determinazioni del peso specifico operando su frammenti staccati in diverse parti di esso. Nei campioni N. 1 e N. 4 la densità appare assai uniforme, essendochè la massima differenza notata fra i diversi risultati fu di due unità nella seconda cifra decimale, mentrechè nel N. 3 fu di quattro, e giunse fino a sei nel campione N. 2.

Ecco pertanto pel peso specifico i valori medi ottenuti:

N. 1. — 2,75
N. 2. — 2,84
N. 3. — 2,74
N. 4. — 2,78

I materiali usati per la determinazione della densità li tenni poi per alcuni giorni ad una temperatura di circa 40° a 50°, nell'acqua. Lasciatili quindi asciugare alla temperatura ordinaria, determinai nuovamente il loro peso specifico onde vedere se per avventura, entro il limite della seconda cifra decimale, vi fosse variazione sensibile; ma ho trovato gli stessi valori di prima.

Nell'acqua in cui stette la roccia constatai la presenza di acido solforico dovuto a solfati solubili, originatisi probabilmente per alterazione del bisolfuro di ferro o pirite, che, come dirò in appresso parlando dell'esame microscopico, è sparso nella massa. Trovai pure nell'acqua traccie di cloruri.

Cogli acidi la roccia fa effervescenza. Oltre ai carbonati vi si sciolgono in piccola proporzione altri elementi; finora però non ho determinato la parte solubile. L'acido cloridrico si colora leggermente in giallognolo per ferro sciolto per la massima parte, allo stato di protossido.

Riscaldata piuttosto fortemente in tubetto aperto, la roccia emette relativamente poc'acqua e svolge un po' d'anidride solforosa dovuta alla pirite.

Nella presenza di questa che, alterandosi farebbe sfiorire la roccia, sembrerebbe doversi ricercare la precipua causa dell'aumento di volume. A tal riguardo però mi preme far notare i risultati ottenuti operando nello stesso modo a titolo di confronto, con due ardesie in lastre, che da parecchi anni servono di copertura a due edifizi e delle quali non potei precisare l'origine. In ambedue l'alterazione apparente prodotta dagli agenti atmosferici è limitata ad un sottile strato o spalmatura argillosa grigio-chiara poco coerente, che ne ricopre la superficie; ambedue fanno effervescenza cogli acidi e nel tubetto oltre a poca acqua, emettono un po' di anidride solforosa.

La presenza della pirite in cristalli microscopici, oltrechè negli scisti detti alluminosi, fu già notata in altre roccie argillose e calcaree, ed il Daubrée crede che il colore azzurrognolo di alcune argille sia dovuto a siffatte particelle di pirite diffuse nella loro massa.

Al cannello, scheggie sottili della roccia divengono più chiare e fondono in vetro scuro bolloso.

Calcinando la roccia in polvere, la sostanza carboniosa brucia senza grande difficoltà; fregandola e scaldandola non se ne sprigiona quell'odore speciale delle roccie contenenti bitume.

L'alcool, l'etere, la benzina nulla esportano di solubile dallo scisto, epperò anche pel modo di presentarsi al microscopio, ritengo che la sostanza carboniosa non sia nè grafitica nè bituminosa, ma che il carbone si trovi ad uno stato simile alla antracite.

La polvere della roccia umettata con acqua dà luogo ad una pasta semiplastica, che, come avviene per la maggior parte delle roccie, manifesta una leggerissima reazione alcalina. Colla levigazione si può ottenere una sostanza finamente sabbiosa, nella quale si potrebbe tentare ancora di separare varii elementi.

L'esame spettroscopico svela nella roccia la presenza di potassa, soda ed anche di litina.

L'acqua igroscopica trovasi in piccola quantità, ed ecco pei quattro campioni i risultati ottenuti per la sua determinazione, avendo essicata la sostanza a 110°:

N. 1. — 0,30 p. %
N. 2. — 0,24 »
N. 3. — 0,38 »
N. 4. — 0,31 »

Quanto alla composizione chimica, essa è alquanto differente nei quattro campioni raccolti in diversi punti del giacimento; e ciò è naturale per roccie di aggregazione che furono originate in seno alle acque da sedimenti di fanghiglie o melme, dovuti probabilmente all'alterazione di roccie feldspatiche.

Saggi quantitativi eseguiti su materiale privo d'acqua igroscopica mi diedero pei quattro campioni i risultati espressi dalla seguente tabella:

| | N. 1. | N. 2. | N. 3. | N. 4. |
|---|---|---|---|---|
| Silice | 48,9 | 48,4 | 54,4 | 51,8 |
| Allumina | 14,9 | 15,2 | 16,7 | 16,5 |
| Ossido ferroso | 8,3 | 8,0 | 4,7 | 6,8 |
| Calce | 9,2 | 9,2 | 8,1 | 7.0 |
| Magnesia | 3,4 | 3,7 | 2,1 | 3,0 |
| Perdita per fusione (anidride carbonica, acqua combinata, sostanze carboniose, solfo delle piriti) | 11,2 | 12,9 | 11,4 | 10,7 |
| Alcali e perdite (per differenza) | 4,1 | 2,6 | 2,6 | 4,2 |
| | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

La roccia contiene inoltre quantità più o meno apprezzabili di manganese e di anidride fosforica e titanica.

La massima parte della calce e della magnesia trovasi allo stato di carbonato, al quale è quindi dovuto all'incirca il quinto del peso della roccia.

Si vollero spiegare i movimenti della roccia colla presenza dei carbonati, amplificando forse la loro proprietà di disciogliersi allo stato di bicarbonati e di ricristallizzare. Ma non ritengo probabile ciò che è stato detto in proposito. Anzi sapendo come nella galleria stessa dove la roccia analoga a quella in questione e probabilmente contenente pure pirite, è però di questa più calcarifera, non si abbiano a lamentare riguardo al rigonfiamento gli inconvenienti che si verificano nei punti ove furono staccati i campioni di cui si tratta, penso che nel nostro caso possa essere nocivo il trovarsi il calcare in quantità relativamente limitata.

Può darsi che in certo qual modo il calcare investendo e cementando le particelle d'argilla e di pirite, le protegga dalle azioni esterne.

Il Maumené, che a sua volta non avendo riguardo agli altri elementi, attribuisce l'alterazione delle ardesie esposte agli agenti atmosferici al calcare contenutovi, ne trovò 53,7 per cento nell'ardesia di Lavagna, 27,5 in un ardesia di Savoia e 5,1 in un'altra di Angers.

La tenuità degli elementi che la compongono e le sostanze opache, rendono poco agevole l'osservazione microscopica, epperò non è facile dare con questo mezzo un'esatta diagnosi della roccia.

Questa, osservata in sezioni sottili normali alla scistosità, mostra confusamente specie di filamenti irregolari, scuri, aventi l'andamento della scistosità stessa e formanti per così dire un tessuto o reticolato a piccolissime maglie molto allungate, includenti elementi cristallini, incolori o leggermente colorati.

Tale struttura è più palese nei campioni N 1 e N. 3, e più fina e parallela negli altri.

Le linee scure assecondando i ripiegamenti subiti della roccia, si mostrano più fitte ove questi sono più sentiti.

Le sezioni parallele alla scistosità, presentano un assieme di chiazze scure e chiazze chiare confuse e mal definite.

Gli elementi costituenti la roccia, per una parte sono dovuti a detrito di roccie preesistenti alla formazione dello scisto, e per l'altra parte essi si formarono e cristallizzarono durante la formazione stessa, per azioni di metamorfismo.

La composizione mineralogica dello scisto pertanto nei singoli

campioni, come quella chimica, può differire alquanto, potendo essere stati alquanto diversi i fanghi preesistenti alla roccia.

Dall'esame microscopico sommario mi risulta che lo scisto contiene: quarzo, minerali lamellari, particelle probabilmente di feldspato, calcite, sostanze carboniose ed argillose, pirite, microliti di rutilo e di apatite, poche laminette di sesquiossido di ferro ed alcuni minerali di cui non ho potuto accertare la natura, forse silicati idrati di allumina.

Il quarzo lo credo in parte di formazione posteriore; contiene talora inclusioni liquide e trovasi in granuli, in frammenti e con forme indeterminate.

Un minerale lamellare giace sulle superficie di scistosità, ed in generale nella roccia tutti gli elementi sono disposti colle dimensioni più lunghe parallele alla scistosità. Detto minerale è incoloro e si presenta in esilissime squamette o lacinie; lo ritengo simile alla sericite e ad esso attribuisco la presenza della litina nella roccia; talvolta le laminette tendono a disporsi con struttura radiale.

Un altro minerale lamellare leggerissimamente colorato in verdognolo, si mostra netto e relativamente sviluppato nella roccia in cui vi è disposto prevalentemente in forma lenticolare e presenta alcuni caratteri di minerale cloritoide.

Oltre a piccole concentrazioni ed alle venule già accennate, stanno sparsi alcuni granuli di calcite, ma la maggior parte di questo minerale, accompagnato probabilmente da altri carbonati, è intimamente commisto alle sostanze scure che rilegano gli altri elementi, ciò che si constata trattando sotto al microscopio la sezione con un acido debole. Essa dopo il trattamento appare all'osservatore quasi punto mutata. Altra volta in un campione proveniente dalla stessa galleria, osservai piccoli romboedri di calcite.

La pirite è in cristalli di dimensioni microscopiche; è sparsa irregolarmente nella massa, ma la si incontra di preferenza in aggruppamenti di cristallini che fra loro includono altri minerali. Al microscopio appare nera ed anche nelle concentrazioni macroscopiche non presenta il colore caratteristico del minerale, ma piuttosto quello della sua polvere, reso ancora più scuro dalle particelle nere che le sono frammiste. Per constatarla mi convenne osservare la sezione senza copri-oggetto nella luce riflessa; allora apparvero punti brillanti e per alcune forme che mi si presentarono, penso trattarsi veramente di pirite anzichè di marcassite.

Calcinando la sezione, questa divenne di colore rosso-bruno, la pirite si trasformò in ossido ferrico e così potei meglio constatare la posizione che occupavano prima i cristallini.

Non so poi se devo attribuire a pirite o a sostanza carboniosa alcuni piccolissimi corpuscoli arrotondati che trovai principalmente nei campioni N. 1 e N. 3.

Detta sostanza carboniosa affatto nera, è a credere sia di origine organica e si presenta allo stato di grande divisione, mescolata intimamente a materia argillosa o per parlare più propriamente, marnosa, materia che costituisce soltanto una parte, e relativamente piccola, della roccia.

Decarburando la sezione colla calcinazione, vedesi come la sostanza marnosa sia costituita da particelle così tenui, che anche con forte ingrandimento non si risolvono in granulazioni; e nella sezione dove non è addensata, essa dà luogo ad una specie di nebbia giallo-grigiastra.

I microliti in forma di corti aghetti che non sempre arrivano ad avere lo spessore di un millesimo di millimetro, sono quelli scoperti da Zirkel, ritenuti di rutilo e caratteristici per gli argilloscisti. Giaciono in certo numero disposti variamente sulle superficie di scistosità. Ad essi è a credere sia dovuta l'anidride titanica che incontrasi nella roccia. Noto qui che il Riley, che esaminò molte argille, ha rilevato in tutte la presenza dell'anidride titanica.

Alcuni rarissimi prismetti esagonali ritengo sieno di apatite.

Non rinvenni forme di resti organici.

Dovendo ora porre termine a queste osservazioni, mi sia concesso esporre come precipua conseguenza, il mio convincimento che il rigonfiamento dello scisto sia essenzialmente causato dalla idratazione delle parti marnose, unitamente all'alterarsi della pirite che contiene.

Per la struttura della roccia non è improbabile che dalla sua superficie messa a nudo colla lavorazione, l'acqua e l'aria s'infiltrino capillarmente nella massa per certo tratto seguendo le parti marnose, e che pel rigonfiamento di queste e per fenomeni chimici, quale l'alterazione della pirite, si producano i dannosi movimenti.

Codesto fatto adombra lontanamente quello delle fibre legnose secche, che assorbendo acqua si gonfiano e possono produrre notevoli effetti meccanici, i quali furono utilizzati, come è ben noto e lo sono ancora oggidì, per spaccare massi di pietra.

Mi si comunicò che nei tratti della galleria dove i movimenti si avvertono la roccia è naturalmente asciutta. Ora, l'acqua che attualmente pei lavori di escavazione si immette nella galleria, il cui ambiente resta per ciò impregnato di umidità, unitamente alla temperatura rela-

tivamente elevata, favorisce e provoca in certo modo l'idratazione delle parti marnose e la scomposizione della pirite.

Con tutto questo però, non vuolsi ammettere che l'alterazione nella massa continui senza arrestarsi. Essa ha un limite. Ciò è provato anche dal fatto che dove si incontrano roccie simili a quella in questione e fors'anche dove questa stessa roccia affiora, lo scisto generalmente a poca profondità si trova inalterato. Inoltre conviene ricordare come comunemente ritengasi che le argille molto avide d'acqua quando sono asciutte, dopo che ne hanno assorbita una certa quantità, divengono impermeabili.

Intanto giova sperare che ai tecnici non riuscirà difficile di superare gli ostacoli che insorsero ad allentare il corso dell'opera. Credo che si sieno già aperte gallerie in simili e peggiori condizioni per rapporto alla roccia e che, nella costruzione della antica galleria dei Giovi a breve distanza da quella di Ronco, siensi superate difficoltà non minori di quelle che attualmente si presentano.

Coi sensi della più profonda osservanza

Ing. E. Mattirolo.